Biologisches Centralblatt

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. der Botanik — Prof. der Zoologie

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

Jährlich 24 Nummern von je 2 Bogen. Preis des Jahrgangs 16 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

I. Jahrg. **28. December 1881.** **Nr. 19.**

Inhalt: **Klebs,** Ueber Form und Wesen der pflanzlichen Protoplasmabewegung. — **Bütschli,** Modifikation der Paraffineinbettung für mikroskopische Schnitte. — **Perrier,** Die tierischen Kolonien. — **Brady,** Ueber einige arktische Tiefsee-Foraminiferen. — **Peyrani,** Harnstoff und Sympathicus. — **Glan,** Ueber die neuern Apparate zum Studium der Farbenempfindungen. — **Horváth,** Ueber einen eigentümlichen Fall von durch Insekten entstandener Hybridbildung. — **Gruber,** Anatomische Notizen.

Ueber Form und Wesen der pflanzlichen Protoplasmabewegung.

Von **Georg Klebs,** (Würzburg).

Ueber den Zusammenhang von Bau und Bewegung des Protoplasmas.

Die so mannigfaltigen Lebenserscheinungen des Protoplasmas, die verschiedenen Funktionen, die es zu gleicher Zeit ausführt, sein Wachstum, seine Fortpflanzung etc., sie weisen alle mit Entschiedenheit darauf hin, dass es einen eigenartigen Bau haben muss, dass es selbst ein complicirter Organismus ist. Seit Brücke in seiner bekannten Abhandlung „die Elementarorganismen“ dies zuerst klar ausgesprochen hat, ist es die allgemeine Meinung geworden und jede tiefere Erklärung irgend einer der Lebensäußerungen des Protoplasmas muss sich jetzt gründen auf eine bestimmte Vorstellung von seiner Organisation. Im Allgemeinen ist man in der Erkenntniss der einzelnen Lebensprocesse noch so wenig weit vorgedrungen, dass Ansichten über die Zurückführung derselben auf Kräftewirkungen, die mit einer bestimmten Struktur des Protoplasmas in notwendigem Zusammenhange stehen, nur andeutungsweise geäußert worden sind. Am meisten sind es noch die Bewegungserscheinungen gewesen, die zu Untersuchungen und Vorstellungen über die innere Struktur des Protoplasmas angereizt und geführt haben, weil Bau und Bewegung desselben zu sehr in direkter Beziehung stehen, die Bewegung gleichsam als einfachste überall wesentlich gleichverlaufende Lebensäußerung erscheint. Sie ist vielleicht weniger eine besondere Funktion, die durch bestimmte ihr eigentümliche Processe vollführt wird, als ein

besonders lebhafter äußerer Ausdruck der beständig im lebenden Protoplasma sich abspielenden innern Veränderungen.

Für jede Erkenntniss solcher Vorgänge ist die erste Vorbedingung die gründliche Erforschung des Protoplasmas in chemischer wie physikalischer Beziehung; leider ist trotz so vielfältiger Versuche noch so wenig Positives darin geleistet worden. Das Protoplasma wird als ein Gemenge sehr verschiedener Stoffe aufgefasst; Reinke[1]) will nicht weniger als 40 unmittelbare Bestandteile desselben gefunden haben. Das Protoplasma erscheint als eine mehr oder weniger zähflüssige, schleimige Masse, deren Konsistenz in hohem Grade wechselnden Schwankungen unterworfen ist, die bald mehr fest, bald mehr flüssig ist, nie im lebenden Zustande wirklich einen von den beiden Aggregatzuständen erreicht. Was für einen innern Bau erkennt man nun an dem Protoplasma? Im Allgemeinen zeigen alle Plasmakörper einen Unterschied ihrer peripherischen Teile, die an andere Medien grenzen, von der innern Masse. Sowol an Plasmodien wie an dem in Membranen eingeschlossenen Protoplasma findet sich eine dichtere körnchenfreie peripherische Schicht, die „Hautschicht" oder „Hyaloplasma" (Pfeffer), die allmählich übergeht in das körnerhaltige „Körnerplasma" oder „Polioplasma" (Nägeli) Sie wird von vielen Forschern für eine dichtere Lage körnchenfreier Grundsubstanz gehalten. M. Schultze[2]) machte zuerst darauf aufmerksam, wie aus physikalischen Gründen eine solche dichtere Schicht an der Oberfläche des Plasma vorhanden sein müsse, sie als Contactmembran bezeichnend. Hofmeister[3]) erklärte geradezu die Hautschicht als herrührend von der allgemeinen Eigenschaft tropfbar flüssiger Körper eine die innere Masse weit übertreffende Dichtigkeit ihrer Oberfläche zu zeigen. Aus andern Gründen nimmt Pfeffer[4]) für alle Plasmagebilde für die Fälle wo sie mit andern Medien in Berührung treten, eine dünne membranartige Hülle an ein sog. „Hyaloplasmahäutchen". Nach ihm ist dieses hauptsächlich durch seine osmotischen Eigenschaften von dem übrigen Plasma verschieden und verhält sich in den meisten Beziehungen wie die künstlich herstellbaren Niederschlagsmembranen. Nach den Beobachtungen Strasburger's[5]) dagegen ist die Hautschicht eine durch besondere Struktur ausgezeichnete Modifikation des körnerhaltigen Plasmas. Er beruft sich vor allem auf die verschiedenen Beziehungen, die beide bei der Teilung der Zellen spielen, ferner darauf, dass bei der Hautschicht von Plasmodien, von

1) Reinke, Ueber die Zusammensetzung des Protoplasmas von *Aethalium septicum* Bot. Zeitg. 1880, S. 815.

2) Schultze, Das Protoplasma etc. S. 60—61.

3) Hofmeister, Pflanzenzelle, S. 3.

4) Pfeffer, Osmotische Untersuchungen, 1877 S. 123; Id. Handbuch der Pflanzenphysiologie, 1881 S. 32.

5) Strasburger, Studien über das Protoplasma. Jena 1876 S. 37.

Vaucheriaschwärmsporen in Spirogyrenzellen, eine besondre Struktur in einer feinen radialen Streifung auftritt. Andrerseits hebt er aber hervor, dass beide Substanzen leicht in einander übergehen, mit einander mischbar sind. Da wo eine solche Hautschicht nicht differenzirt zu sein scheint, wie bei den Pseudopodien der Rhizopoden, ferner vielen Plasmabändern in Pflanzenzellen, genügt nach Strasburger die Annahme eines physikalischen Oberflächenhäutchens.

Neben diesem längst bekannten Unterschied von Hautschicht und Körnerplasma hat man in neuerer Zeit noch eine feinere anatomische Struktur des letztern beobachten wollen. Heitzmann hat zuerst für das Plasma tierischer Zellen behauptet, dass es eine sichtbare netzförmige Struktur besitze und dass die Körnchen die Knotenpunkte dieses Netzes seien. Augenscheinlich hat Heitzmann[1]) diese Ansicht nur aus Bildern von toten zersetzten Zellen hergenommen. Als allgemeine Struktur für alles pflanzliche Protoplasma ist sie von Frommann[2]) und später von Schmitz[3]) angenommen worden. Letzterer ist besonders durch Erhärtungs- und Tinctionsmethoden zu dem Resultat gekommen, dass jedes Protoplasma, selbst das anscheinend homogene junger Zellen, zusammengesetzt ist aus einem Gerüste feinster Fasern oder Fibrillen, die meist deutlich zu der Gestalt eines regelmäßigen Netzes zusammentreten, dessen Maschen von einer homogenen flüssigen Masse erfüllt werden. Dieses Netz von feinen Fasern ist in beständiger Umformung und Veränderung begriffen. An den Berührungsstellen mit andern Medien z. B. mit der Zellwand oder mit Vacuolenflüssigkeit findet sich nach Schmitz eine dichtere Grenzschicht, die durch enges seitliches Zusammenfließen der innersten Lagen von Gerüstfibrillen hergestellt wird. Diese netzförmige Struktur des Plasmas ist wol zu unterscheiden von der bekannten gröbern netzkammerigen Struktur vieler Protoplasmakörper, die durch zahlreiche im Plasma eingebettete Vacuolen entsteht.

Diese Angaben über den feinern anatomischen Aufbau der Plasmagebilde sind noch sehr fragmentarisch, selbst zweifelhaft; jedenfalls sind sie noch nicht geeignet uns über die engern Beziehungen dieser Struktur mit den Bewegungserscheinungen Klarheit zu bringen. Die Vorstellungen, die man sich über den Zusammenhang von Bau und Bewegung des Protoplasmas gemacht hat, nehmen auch keine Rück-

1) Heitzmann, Untersuchungen über das Protoplasma I. Sitz. Ber. d. Wiener Akad. Bd. 67 S. 110.

2) Frommann, Beobachtungen über Struktur und Bewegungserscheinungen des Protoplasma. Jena 1880. Leider konnte diese gewiss sehr fleißige Arbeit nicht benutzt werden wegen der darin herrschenden Unklarheit und der zu innigen Vermischung des Wahren und Falschen.

3) Schmitz, Untersuchungen über die Struktur des Protoplasmas und der Zellkerne der Pflanzenzellen. Sitz. Ber. der Niederrh. Ges. für N. u. Heilk. Bonn 1880.

sicht auf eine solche Struktur, höchstens sich beziehend auf das Verhältniss von Hautschicht und Körnerplasma; eher hat man versucht die Bewegung auf Kräfte zurückzuführen, die mit einer eigenartigen molekularen Organisation des Protoplasmas in Zusammenhang stehen.

Wenn man die vielfältigen Erklärungsversuche, die seit Corti's Zeit von den Bewegungserscheinungen gegeben worden sind, überblickt, erhält man ein sehr buntes Ideengemisch; es gibt wol keine Kraft in der Natur, die nicht zur Erklärung herangezogen wäre und manche neue ist dafür erdacht und zu finden geglaubt worden. Es soll hier nicht eine Geschichte aller dieser Hypothesen gegeben werden[1]); ein größeres Interesse knüpft sich an sie erst, seitdem das Protoplasma, das bekanntlich von Mohl zuerst als ein wesentlicher Bestandteil der Zellen erkannt wurde, durch Unger, Brücke, Schultze etc. in seiner jetzt allgemein angenommenen Bedeutung aufgefasst wurde. Und hervorzuheben ist hier gleich, dass viele der Streitfragen, die durch diese Forscher zur Discussion gekommen sind, bis auf die neueste Zeit nicht endgiltig zum Abschluss gebracht worden sind. Es hat sich auch jetzt noch nicht eine bestimmte Vorstellung, die zur innersten Ueberzeugung jedes Einzelnen geworden wäre, über das so eigenartige Phänomen der Plasmabewegungen allgemein Bahn gebrochen. Für die ersten genaueren Beobachter war es hauptsächlich nur die Bewegung der Amöben etc. und die Strömung in den Pflanzenzellen, die sie bei ihrer Erklärung im Auge hielten und es war wesentlich die Frage, wie innerhalb des Protoplasmakörpers in Bezug auf seine physikalische Beschaffenheit die Bewegung zu stande komme, die näher berücksichtigt wurde. Die eigentliche Ursache der Bewegung verlegte man in die nicht weiter erklärte Eigenschaft des Protoplasmas contractil zu sein, indem man sich leiten ließ von der Analogie der Muskelbewegungen. Nachdem man früher die Protoplasmabewegung als die Strömung einer Flüssigkeit aufgefasst hatte, war es zuerst Brücke[2]), der eine andere bestimmter formulirte Ansicht aussprach. Er unterschied für das Plasma in den Zellen der Brennhaare der Nessel zweierlei Formen der Bewegung bei einem und demselben Protoplasmakörper, eine langsam ziehende und kriechende, von der die Veränderungen in der Anordnung der Protoplasmamasse abhänge und eine zweite schneller fließende, welche an der Bewegung der zahlreichen Plasmakörnchen sichtbar ist. Aus seinen Beobachtungen schließt Brücke, dass das Protoplasma ein contractiler Körper ist, in dessen Innern eine Körnchen enthaltende Flüssigkeit strömt, die durch die Contractionen desselben in Bewegung gesetzt wird. Heidenhain[3]) stimmte dieser Auffassung bei,

1) Vergl. für die ältern Ansichten Meyen, Neues System der Pflanzenphysiologie. Berlin 1838 Bd. II Kap. IV.

2) Brücke, Die Elementarorganismen S. 404.

3) Heidenhain, Studien des phys. Inst. Breslau Heft II, S. 62.

hervorhebend, dass die Plasmabänder bei Hydrocharis sich häufig in entgegengesetzter Richtung bewegen, als die in ihnen laufenden Körnerströme. Ebenso unterschied Cienkowski[1]) an den Plasmodien zweierlei Bewegungen und Substanzen. Dieser Brücke'schen Auffassung trat de Bary[2]) entgegen; nach seinen Beobachtungen an Tradescantia bewegen sich Hervorragungen an der Oberfläche der Plasmastreifen ebenso schnell wie die Körnchen im Innern derselben; wenn in einem Plasmastreifen die Körnchen sich in entgegengesetzter Richtung bewegten, so bewiese dies nach de Bary weiter nichts, als dass selbst in so schmalen Streifen fließende Contractionsbewegungen gleichzeitig nach entgegengesetzten Richtungen vor sich gehen könnten. Ausführlicher begründete de Bary seine Ansicht von der Einheitlichkeit von Substanz und Bewegung an den Plasmodien der Myxomyceten[3]), worauf schon früher in dieser Arbeit hingewiesen ist. Die strömende körnerhaltige Masse und die ihre Umrisse langsam aber beständig verändernde körnchenfreie peripherische sind Modifikationen ein und derselben Substanz; die Körner werden passiv bewegt, die Ursache für die Bewegung liegt in Contractionen der Grundsubstanz. De Bary meint, dass bei dem Zustandekommen jedes Körnerstroms zweierlei Kräfte ins Spiel treten[4]). „Erstlich eine vis a tergo, ausgeübt durch die Contraction der Grundsubstanz an der Ursprungsstelle und vielleicht manchmal auch längs des Stromlaufs; und zweitens eine Kraft, welche von den Endpunkten des Stroms ausgeht und ihn gleichsam saugend gegen diese hinzieht." Nach de Bary muss diese Kraft ihren Grund darin haben, „dass an den Zielpunkten des Stroms in der peripherischen Substanz eine Abnahme der Contraction und der Cohäsion stattfindet, eine Erschlaffung oder Expansion, vermöge deren der Körnerstrom in jene hineingetrieben wird — sei es aufgesogen wie Wasser von einem porösen Körper, sei es einfach nach dem Orte des geringsten Widerstands strömend." Neben de Bary war es besonders M. Schultze[5]), der die Brücke-Heidenhain'sche Ansicht bekämpfte. Nach ihm unterscheiden sich die beiden Arten der Bewegung nur in der Menge des Bewegten und in der Schnelligkeit, derart dass je kleiner die fortzuschaffende Masse, desto größer die Geschwindigkeit sei. Er führt weiter an, dass die Körnchen gewöhnlich sich nur an der oberflächlichen Schicht des Protoplasmas befinden und dass die Axe mancher Protoplasmafäden dichter sei als die Oberfläche. M. Schultze schließt aus seinen Beobachtungen, dass die Körnchenbewegung in der Substanz des con-

1) Cienkowski, Das Plasmodium S. 401.
2) de Bary, Ueber den Bau und das Wesen der Zelle. Flora 1862 S. 250.
3) de Bary, die Mycetozoen. 2. Aufl.
4) de Bary, l. c. S. 48.
5) M. Schultze, Das Protoplasma etc. S. 55 f.

tractilen Protoplasmas ihren Sitz habe. In neuerer Zeit ist die Brücke'sche Ansicht, wenn auch modificirt, von Hanstein[1]) wieder aufgenommen und ausführlich begründet worden. Nach ihm ist jedes Protoplasma der Pflanzenzellen, sei es das des Wandbelegs, sei es das der Bänder und Streifen, die das Zellinnere durchziehen, an den gegen Zellwand resp. Zellflüssigkeit stoßenden Stellen begrenzt von festen, häutchenartigen Schichten, zwischen denen Teile von allen Dichtigkeitsgraden, feste und selbst flüssige, sich befinden. Von den Plasmahäuten gegen das Innere hin finden sich alle Zustände zunehmender Weiche und Verschiebbarkeit bis zu der in der Mitte strömenden körnerhaltigen Flüssigkeit dem „Protoplasmasaft oder Enchylema". Das Strömen derselben ist eine von der Bewegung des Wandbelegs und der Bänder verschiedene Erscheinung. Wenn nun auch Hanstein darnach unterscheidet ein zähes, mehr gestaltetes, sich nur langsam bewegendes Protoplasma und eine in ihm rasch fließende körnerhaltige Flüssigkeit, so spricht er sich neuerdings doch dahin aus[2]), dass beide Substanzen nicht chemisch, sondern wahrscheinlich nur durch ihren Wassergehalt verschieden sind. Gegen Hanstein haben sich einerseits Velten, andrerseits Nägeli und Schwendener gewandt. Ersterer[3]) greift die Behauptung von Hanstein von der Existenz solcher fester membranartiger Plasmahüllen um alle an Zellflüssigkeit grenzende Plasmateile an. Einer der Hauptgründe von Hanstein, dass nämlich die im Zellsaft befindlichen Körperchen von dem strömenden Plasma in keiner Weise beeinflusst werden, ist nach Velten falsch, der in der Tat solche Bewegungen beobachtete. Velten selbst, mit Hanstein anerkennend, dass das Protoplasma feste und flüssige Teile in den kleinsten Raumteilen enthält, stellt sich den Bau und die Bewegung des Protoplasmas so vor, dass in demselben ein mehr oder weniger zusammenhängendes Gerüst im festen Aggregatzustande sich befinde, welch letzterer zeitweise infolge äußerer oder innerer Reize in den flüssigen übergeht. Klarer spricht er sich dahin aus[4]): „Für einzelne Fälle ist es bewiesen (?), dass das Protoplasma ein Kanalsystem ist. Die Plasmakörnchen bewegen sich in oder an den Wänden der wässrige Lösungen einschließenden Kammern; niemals sieht man eine körnchenhaltige Flüssigkeit in dem Protoplasma strömen; es sind nicht in sich zurück-

1) Hanstein, Ueber die Bewegungserscheinungen des Zellkernes in ihren Beziehungen zum Protoplasma. Sitz.-Ber. der niederrh. Ges. f. N. u. Heilk. Bonn 1870; ausführlicher in Hanstein, das Protoplasma. Heidelberg 1880.

2) Hanstein, Das Protoplasma S. 163.

3) Velten, Bewegung und Bau des Protoplasma. Flora 1873 S. 88; id. Die physikalische Beschaffenheit des Protoplasma. Sitz.-Ber. d. Wiener Akad. 1876 Bd. 73 S. 136.

4) Velten, Flora 1873 S. 123.

laufende Kanälchen vorhanden, sondern dieselben sind vielfach unterbrochen durch Querwände."

Nägeli und Schwendener[1]) weisen allerdings gegen die de Bary-Schultze'sche Ansicht darauf hin, dass häufig die Bewegungen des dichtern Protoplasmas und die Körnchenbewegung unterschieden werden können, dass z. B. ein Plasmastreifen 10 Minuten lang ziemlich unverändert bleiben kann, indess die Körnchen in rascher Bewegung vorbeiströmen. Gegen Hanstein betonen sie aber, wie die Körnchen nicht innerhalb des Wandbelegs resp. der Bänder sich befinden, sondern vorzugsweise an der Oberfläche liegen. Es erscheint ihnen sogar zweifelhaft, ob bei Tradescantia im Innern der Plasmabänder überhaupt Körnchen vorkommen. Besonders bei größern Inhaltsbestandteilen wird es deutlich, wie sie an der Oberfläche sich befinden und darauf sich bewegen wie der Seiltänzer auf seinem Seil. Nägeli und Schwendener selbst fassen die Körnchenbewegung auf als eine Wirkung von Kräften, die in den Körnchen ihren Sitz haben, und die stark genug sind, die Reibungswiderstände der anliegenden Medien zu überwinden.

Wie diese dargelegten vielfach einander entgegengesetzten Ansichten zeigen, ist es noch nicht klar entschieden, wie eigentlich das Verhältniss von Sich Bewegendem und Bewegtem aufzufassen ist. Doch am besten mit allen Erscheinungen stimmt noch immer die de Bary-Schultze'sche Ansicht überein, nach welcher also die Masse des beweglichen Protoplasmas eine zwar in ihrer Dichtigkeit an den verschiedenen Stellen schwankende, aber wesentlich einheitliche Substanz darstellt, die sich activ bewegt, während die in ihr enthaltenen Körner („Mikrosomen" von Hanstein genannt) nebst den mehr zufälligen andern Bestandteilen passiv von ihr mitgerissen werden. Wie dem aber nun sei, jedenfalls das ist von den Beobachtern seit der Zeit, als das Protoplasma in seiner Bedeutung erkannt war, ohne Weiteres angenommen resp. direkt ausgesprochen worden, dass die Kräfte, von denen das Protoplasma sich bewegen lässt, in diesem selbst durch die in seinem Innern sich abspielenden Lebensprocesse erzeugt werden. Weder Zellwand noch Zellkern können dabei irgend einen wesentlichen Einfluss auf die Strömung des Protoplasmas ausüben. Allerdings hat man neben den merkwürdigen Strukturerscheinungen des Zellkerns auch eine aktive Bewegung desselben wahrnehmen wollen, die, wenn sie stattfindet, doch auch die Plasmabewegung beeinflussen müsste; allein die Beobachtungen Hanstein's[2]), der zuerst darauf aufmerksam machte, bedürfen noch sehr erneuter

1) Nägeli und Schwendener, Das Mikroskop. 2. Aufl. Leipzig 1877 S. 389—390.

2) Hanstein, Sitz.-Ber. der niederrh. Ges. f. N. u. Heilk. Bonn 1870 S. 225. Id. Das Protoplasma S. 165.

Prüfung, da es zu schwierig erscheint, die jedenfalls stattfindenden passiven Bewegungen des Kerns, wie sie bei jedem circulirenden oder rotirenden Plasma zu sehen sind, scharf zu unterscheiden von den etwaigen geringen aktiven. Den Kern nun aber als einen Kräftemittelpunkt, von dem aus die Plasmabewegung gleichsam geleitet würde, aufzufassen, hat vorläufig keinen Sinn, da man über die physiologische Rolle des Kerns im Zellenleben nichts weiß.

Die bewegenden Kräfte im Protoplasma wurden durch Forscher wie Unger, Brücke, Schultze etc. unter dem Ausdruck „Contractilität“ zusammengefasst, der ursprünglich nichts anderes bedeutet als die Fähigkeit, auf äußere oder innere Reize hin sich zusammenzuziehen, nach Aufhören des Reizes die frühere Form wieder anzunehmen. Hofmeister[1]) war es zuerst, der darauf aufmerksam machte, dass mit diesem Ausdruck so lange nichts erklärt ist, als man nicht damit eine bestimmte Vorstellung von dem eigentlichen Bewegungsmechanismus verbindet. Die Brücke'sche Auffassung, nach welcher durch Contractionen des Protoplasmas die in seinem Innern befindliche körnerhaltige Flüssigkeit in Bewegung gesetzt wird, steht nach Hofmeister[2]) auch einfach im Widerspruch „mit der Tatsache, dass beim Eintritt der Strömung in einer zuvor ruhenden Protoplasmamasse die Bewegung in einer dem Ziele derselben entgegengesetzten Richtung sich fortpflanzt, dass die begonnene Bewegung nur solche Teile des bis dahin bewegungslosen Protoplasmas ergreift, welche den zuerst in Strömung geratenen von rückwärts angrenzen.“ Ebenso erscheint Hofmeister aber auch die Ansicht de Bary's, nach welcher die Körnerströmung, besonders die abwechselnde Umkehrung eines und desselben Stromes durch wechselnde Contraction und Expansion bestimmter Stellen des peripherischen Plasmas zu Stande kommt, unhaltbar, weil dieses eine viel zu geringe Cohäsion besitzt und weil in sphaeroidischen Klumpen von Plasmodien die Strömung ohne Aenderung der äußern Umrisse vor sich geht. Ebenso haben Sachs[3]), ferner Naegeli[4]) und Schwendener auf die Unzulänglichkeit dieses Begriffs „Contractilität“ für die Erklärung der Plasmabewegungen hingewiesen; auf pflanzenphysiologischer Seite ist auch seit Hofmeister die Contractilität nicht mehr als Erklärungsgrund herbeigezogen worden. Hofmeister[5]) selbst findet die Bewegungsursache in der Eigenschaft des Protoplasmas, Wasser zwischen seine kleinsten Teilchen in sehr veränder-

1) Hofmeister, Ueber den Mechanismus der Protoplasmabewegung. Flora 1865 S. 8; ebenso in: Pflanzenzelle 1867 S. 61.

2) Hofmeister, Pflanzenzelle S. 62.

3) Sachs, Experimentalphysiologie der Pflanzen. Leipzig 1865 S. 453.

4) Nägeli und Schwendener, Das Mikroskop S. 391.

5) Hofmeister, Flora 1865 S. 10; ferner Pflanzenzelle S. 63—68.

lichem, stets wechselndem Maße einzulagern. Er beruft sich besonders auf die Analogie des Protoplasmas mit den sog. Colloidsubstanzen, deren Molekularanziehung zum Wasser sich bei unbedeutenden Anstößen ändert; ferner auf das Auftreten und Verschwinden pulsirender Vacuolen, die ihm die stete Veränderlichkeit in der Wassercapacität der die Vacuolen umgebenden Plasmateile zu beweisen scheinen. „Nehmen wir an, so spricht er sich weiter aus, bewegliches Protoplasma sei aus (mikroskopisch nicht wahrnehmbaren) Partikeln verschiedener und veränderlicher Imbibitionsfähigkeit für Wasser zusammengesetzt, welche von Wasserhüllen umgeben sind, so wird, wenn in einer Reihe solcher Partikel die Zu- und Abnahme der Imbibitionsfähigkeit nach bestimmter Richtung hin stetig fortschreitet, das von den an Imbibitionsfähigkeit abnehmenden Teilen ausgestoßene Wasser von den an Imbibitionsfähigkeit zunehmenden an sich gerissen, somit in Bewegung gesetzt werden.“ Da nun die Massen des angezogenen resp. abgestoßenen Wassers im Verhältniss zu der Masse der Plasmateilchen als sehr groß angenommen werden darf, werden durch die Strömung des Wassers auch die Teilchen selbst sich bewegen. Durch den Wechsel in der Richtung des Fortschreitens der Zu- und Abnahme des Imbibitionsvermögens glaubt Hofmeister auch die Bewegung des Protoplasma mit veränderlichen Strombahnen erklärt zu haben. — Wichtig ist es, dass Hofmeister auch die Bewegung der Schwärmsporen und Spermatozoiden in das Bereich seiner Theorie zog, ausgehend von dem Gedanken, dass die durchgreifende Gemeinsamkeit in den Bewegungserscheinungen des Protoplasmas erfordere, dass eine Erklärung ihrer näheren Ursachen alle bekannten Modificationen umfasse. Ohne Weiteres annehmend, dass die Bewegung der Schwärmsporen etc. herrühre von der Bewegung der Cilien, erklärt er[1]) sich diese aus periodisch und sehr schnell aufeinander folgenden Veränderungen in der Capacität der Protoplasmateilchen für Wasser. Vor Hofmeister hatte man wenig den Bewegungsmechanismus der Schwärmsporen untersucht; nur Naegeli[2]) hatte den Gedanken ausgesprochen, ohne ihn weiter zu begründen, dass die Bewegung derselben durch die Wirkung end- und exosmotischer Processe hervorgerufen würde. Sicher bewiesen hat man bis auf die neueste Zeit nicht, dass wirklich die Cilien die Bewegungsorgane sind.

Dass die Theorie von Hofmeister die Mannigfaltigkeit in den Erscheinungsformen der Plasmabewegungen nur sehr andeutungsweise und unzureichend erklärt, geht schon aus dem kurzen Berichte über dieselbe hervor. Sachs[3]) machte darauf aufmerksam wie Hofmeister auch über die Ursachen, welche die Veränderlichkeit der Im-

1) Hofmeister, Die Pflanzenzelle S. 67.
2) Nägeli, Einzellige Algen.
3) Sachs, Experimental-Physiologie S. 454.

bibitionsfähigkeit der Protoplasmateile bedingen, nichts gesagt und ferner auch über die molekuläre Struktur sich keine genauere Vorstellung gemacht habe. Sachs selbst übertrug auf das Protoplasma die Theorie von der Molekularstruktur, die Naegeli in seinem berühmten Buche „Die Stärkekörner“ 1863, für diese begründet hatte [1]). Nach dieser Anschauung ist das Protoplasma ein organisirter Körper d. h. ein solcher, der befähigt ist Wasser resp. gelöste Stoffe in bestimmter Weise zwischen seine kleinsten Teilchen einzulagern und wieder abzugeben. Nach Naegeli bestehen die organisirten Körper aus kleinen außerhalb des mikroskopischen Sehens liegenden Teilen, die von Wasserhüllen von wechselndem Durchmesser umgeben sind. Diese Teile wurden von Naegeli zuerst als „Moleküle“ bezeichnet, später als „Micellen“. Die Micellen werden nämlich zusammengesetzt gedacht aus Molekülen im chemischen Sinne des Worts; sie können wieder zusammentreten zu größern Gruppen von bestimmter Form oder in kleinere zerfallen. Je nachdem die Micellen näher oder weiter von einander liegen, getrennt durch dünnere oder dickere Wasserhüllen, je nachdem wechselt der Consistenzgrad des Protoplasmas. Je dichter die Micellen an einander liegen, je wasserärmer das Protoplasma ist, umsomehr zeigt es die Eigenschaften eines festen Körpers; je weiter die Micellen durch dickere Wasserhüllen getrennt sind, je wasserreicher das Protoplasma, umsomehr treten an ihm die Erscheinungen einer Flüssigkeit auf. Dass lebendes Protoplasma niemals ganz fest oder flüssig ist, sondern sich stets in einem Zustande des mehr oder weniger Halbflüssigen befindet, beruht nach der Anschauung von Naegeli darauf, dass die Anziehungskraft der Micellen zu Wasser bis zu gewisser Dicke der Wasserhüllen größer ist als die zu andern Micellen, dass sie aber mit der Entfernung in schnellerm Verhältniss abnimmt als die Anziehungskraft der Micellen unter sich. Die Micellen, welche die Stärkekörner zusammensetzen, haben, wie Naegeli besonders durch optische Untersuchungen wahrscheinlich macht, eine krystallinische Form; welche Gestalt diejenigen des Protoplasmas haben, lässt sich vorläufig nicht bestimmen, aber wahrscheinlich wol auch eine polyedrische.

Sachs nimmt nun für die Erklärung der Bewegungserscheinungen weiter an, dass die Moleküle des Protoplasmas (Micellen im jetzigen Sinne Nägeli's) sich in einem Zustande eines labilen Gleichgewichts befinden, „d. h. die Moleküle sind so angeordnet, geformt und mit Kräften begabt, dass jede kleinste Lagenveränderung, jeder hinzukommende Ueberschuss von Kraft nicht nur eine Verrückung be-

1) Schon Hofmeister begründete seine Theorie zum Teil auch auf die Anschauungen von Nägeli.

wirkt, sondern auch die Verschiebung benachbarter Moleküle nach sich zieht“ [1]). Einen solchen labilen Gleichgewichtszustand, bei dem zugleich verhältnissmäßig beträchtliche Quantitäten von Kraft als Spannung vorhanden sind, denkt sich nun Sachs dadurch hervorgerufen, dass die Moleküle verschiedene Durchmesser haben, z. B. krystallinisch sind, dass sie sich gegenseitig im Verhältniss ihrer Masse und Entfernung anziehen, dass diese Anziehung aber beeinflusst wird einerseits durch die Anziehung der Micellen zu ihren Wasserhüllen, andrerseits durch die Begabung der Micellen mit bestimmten polaren Richtkräften, vermöge deren sie einander ihre längsten Durchmesser zuzukehren streben. Unter dem Einfluss dieser Anziehungen könnte man sich dann weiter die Anordnung der Moleküle so denken, dass dabei eine mittlere Quantität von Wasser zwischen ihnen Raum findet. „Dies vorausgesetzt muss jede Veränderung in der gegenseitigen Lage der Moleküle diese wassererfüllten Zwischenräume entweder vergrößern oder verkleinern, d. h. es muss die Masse des Imbibitionswassers zu- oder abnehmen.“ Die Strömungen des Wassers werden aber unmittelbar die Moleküle selbst in Bewegung setzen besonders wegen der Anziehung zwischen Molekülen und Wasser. Auf solche Gleichgewichtsstörungen, die auf der Auslösung der in einem solchen molekularen System vorhandenen Spannkräfte beruhen, führt Sachs die Plasmabewegungen zurück; die Anstöße für die Auslösung findet er in teils chemischen, teils thermischen und elektrischen Vorgängen innerhalb des Protoplasmas.

Die Anschauungen über die Molekularstruktur des Protoplasmas und die wenigen hypothetischen Vorstellungen, die man sich über den Zusammenhang derselben mit den in ihm stattfindenden Bewegungen gemacht hat, sind seit Nägeli, Hofmeister, besonders durch die Arbeiten von Sachs bis auf die neueste Zeit hin von den meisten Botanikern anerkannt worden, ohne dass irgend Wesentliches hinzugefügt worden wäre [2]). Nur eine erneute umfassende Bearbeitung der tatsächlichen Verhältnisse kann hier der Weg zu weiterer Erkenntniss sein; andrerseits ist wol hervorzuheben, dass man dabei noch mehr Rücksicht nehmen müsse als bisher auf die Bewegungserscheinungen des Protoplasmas, wie sie im Tierreich in so mannigfaltigen und in vielen Zügen mit denen pflanzlicher Zellen übereinstimmenden Formen auftreten. Allerdings in der Tierphysiologie findet man bis auf die neueste Zeit einander sehr widerstreitende Ansichten nicht nur über die verschiedenen Ursachen der Bewegung, sondern auch über den Zusammenhang der einzelnen Erscheinungsformen der Plasmabewegungen. Auch hier hat man sich noch nicht geeinigt, ob man die Cilienbewegung der Infusorien etc. und daran

1) Sachs l. c. S. 452.

2) Vgl. Strasburger, Studien über Protoplasma 1876 S. 30, Pfeffer, Pflanzenphysiologie 1881 Bd. I. S. 11 f.

anschließend die der Flimmerepithelien und die amöboide als etwas wesentlich Gleiches oder Verschiedenes auffassen müsse; die einen bejahen ersteres, die andern letzteres, indem sie z. B. die Bewegung von Spermatozoiden auf rein mechanische Vorgänge, auf endosmotische oder Quellungs-Processe zurückführen. Es ist wol ein großes Verdienst von Engelmann immer mehr durch seine Arbeiten der früher mehr und unbestimmt ausgesprochenen Anschauung Bahn zu brechen, dass die gewöhnliche Plasmabewegung von Amöben, Pflanzenzellen sowie Cilien- und Muskelbewegung nur Modificationen ein und desselben Vorgangs sind, der im lebenden Protoplasma sich abspielt. „Denn die wesentliche Uebereinstimmung, welche zwischen allen in der Erscheinungsweise und den Bedingungen des Zustandekommens besteht, und besonders handgreiflich die allmählichen Uebergänge zwischen denselben, beweisen, dass man es hier in allen Fällen mit Aeußerungen des nämlichen mechanischen Princips, mit dem nämlichen elementaren Bewegungsmechanismus zu thun hat“ [1]).

Engelmann fasst sämmtliche Bewegungen des Protoplasmas als Contractilitätserscheinungen zusammen. Er meint, dass Contractilität in letzter Instanz an faserförmige Elemente gebunden sei und überträgt nun diesen Bau auch auf die Molekularstruktur aller plasmatischer Körper [2]). Sie sind nach ihm aus kleinsten Teilchen den „Inotagmen“ zusammengesetzt, die im maximal erregten Zustande eine mehr oder weniger kuglige, im ruhenden eine gestreckte faserähnliche Gestalt besitzen. Alle Inotagmen sind wahrscheinlich positiv einaxig doppelbrechend, da nach Engelmann die Contractilität allgemein an das Vorkommen positiv einaxiger Teilchen gebunden zu sein scheint. Für das meiste pflanzliche Protoplasma ist dieses wol noch nicht nachgewiesen. Die große Verschiebbarkeit der Protoplasmateile beruht nach Engelmann auf dem zwischen den Inotagmen und Inotagmen-Gruppen befindlichen Imbibitionswasser. Im Gegensatz aber zu den Pflanzenphysiologen nimmt er an, dass die sämmtlichen Bewegungserscheinungen plasmatischer Gebilde auf Formveränderungen der Inotagmen zurückzuführen seien; die nächste Ursache dafür sieht er in Aenderungen des Wassergehalts. Engelmann gesteht selbst zu, dass eigentlich durch die Zurückführung der Bewegungen auf Contractilität der Inotagmen nicht viel gewonnen ist;

---

1) Engelmann, Physiologie der Protoplasma- und Flimmerbewegung in Handbuch der Physiologie von L. Hermann Bd. I. Teil I. S. 373.

2) Vergl. Engelmann, Physiologie der Protoplasmabewegung etc. S. 374; ferner: Ueber den fasrigen Bau der kontraktilen Substanzen. Pflüger's Archiv Bd. XXVI S. 538–562; hier weist er nach, dass auch die bisher für homogen gehaltenen glatten Muskeln, ferner das Plasma vieler niederer Organismen einen fibrillären Bau besitzen; für Pflanzenzellen ist die Sache noch wenig klar, trotz der Arbeiten von Schmitz und Frommann.

wenigstens von der Contractilität selbst kann er so wenig wie die andern Physiologen einen klaren Begriff geben.

Von ganz andern Gesichtspunkten ist neuerdings auch auf die zu Grunde liegende Identität der Muskelbewegung mit der amöboiden hingewiesen und ein neuer Erklärungsversuch der Contractilität gegeben worden. Montgomery[1]) beobachtete die Veränderungen, welche bei dem Ausstrecken und Wiedereinziehen der Plasmafortsätze bei Amöben stattfinden, und kam zu dem Resultat, dass die Contraction durch chemische Zersetzung, die Elongation durch die chemische Wiederherstellung zu Stande kommt. „Wir haben demnach eine gestreckte Substanz, welche funktionell gereizt eine bestimmte chemische Zersetzung erleidet, welche Zersetzung begleitet ist von einem Zusammenballen des beteiligten Stoffes. Im Verlauf ihrer chemischen Wiederherstellung gewinnt dann die lebendige Substanz von Neuem die gestreckte Form. Im gestreckten Zustande ist die lebendige Substanz hyalin, im geschrumpften aber granulirt. Der hyaline Stoff wird durch funktionelle Zersetzung granulär. Der granulirte Stoff wird durch spontane Wiederherstellung hyalin[2]).“ Ebenso fasst Montgomery auch die Muskelbewegung als eine Folge rein chemischer Vorgänge auf, die auf den Nervenreiz hin im Muskelplasma sich abspielen; das Muskelplasma besteht nach ihm sehr wahrscheinlich auch aus hyaliner und granulirter Substanz. So hypothetisch diese Anschauungen, die sich auch nur auf Amöben und gestreifte Muskeln beziehen, sind, insofern sie ja nur auf Beobachtungen äußerer Formveränderungen beruhen, von denen auf innere Vorgänge zu schließen sehr gewagt ist, so bleibt doch der Grundgedanke, die Bewegungen des Plasmas weniger auf Aenderungen des physikalischen Zustandes als wesentlich auf chemische Veränderungen zurückzuführen ein höchst beachtenswerter. Kürzlich ist es schon versucht worden, chemisch klar zu definiren, worin wesentlich der Grund der steten Umlagerungen im Plasma zu suchen ist. Löw und Bokorny[3]) wollen durch sehr verdünnte Silberlösungen im Protoplasma Aldehydgruppen nachgewiesen haben, auf deren beständiger Zerstörung und Wiederherstellung die Beweglichkeit und Verschiebbarkeit, alle die so wunderbar ineinandergreifenden Lebensprocesse des Protoplasmas beruhen. Wird das in der Tat sicherer als bisher nachgewiesen, so wäre das ein erster kleiner Schritt zur tieferen Erkenntniss der Lebensvorgänge.

Ueberblicken wir noch einmal die in den letzten Jahrzehnten ausgesprochenen Ideen und Vorstellungen über Bau und Bewegung

1) Ed. Montgomery, Zur Lehre von der Muskelcontraction; Pflüger's Archiv 1881 Bd. XXV.

2) Montgomery, l. c. S. 504.

3) Loew und Bokorny, Die chemische Ursache des Lebens. München 1881. Dieses Centralblattes Nr. 7.

des Plasmas und damit über das Wesen der Lebenserscheinungen überhaupt, und fragen wir uns, was eigentlich sicher Feststehendes für unsere Erkenntniss gewonnen worden ist, so scheint das positive Resultat ein geringes. Wir wissen nicht, wie das Protoplasma chemisch zusammengesetzt ist, was für eine physikalische Beschaffenheit es wirklich hat. Wir kennen nicht die Vorgänge, durch die die Kräfte für so intensive mechanische Arbeitsleistungen, wie sie den Bewegungen des Protoplasmas zu Grunde liegen, beständig neu im Innern desselben erzeugt werden, wir kennen die Kräfte ebensowenig. Doch Eines tritt aus den nach allen Richtungen geführten Untersuchungen immer klarer hervor, die Frage nach den Grundproblemen des Lebens. Je schärfer und klarer eine Frage gefasst ist, desto früher erfolgt eine klare Antwort. Darum ist das wichtigste Resultat der neuern biologischen Forschung die Erkenntniss, dass das Leben aller Organismen auf dem Leben ein und desselben Körpers, des Protoplasmas, beruht. Diese Identität muss anerkannt werden nicht blos wegen gleicher chemischer Reactionen, z. B. der gleichen Produkte der Zersetzung oder wegen des gleichen physikalischen Verhaltens, sondern vor allem wegen der überall wesentlich gleichen Fähigkeit gegen äußere Einflüsse, äußere Reize, zu reagiren. Diese Reizbarkeit ist die allgemeinste, die Grundeigenschaft des Protoplasmas, sei es tierisch oder pflanzlich. Claude Bernard sagt[1]): „La sensibilité comme propriété du système nerveux — c'est l'irritabilité spéciale au nerf, comme la propriété de contraction est l'irritabilité spéciale au muscle, comme la propriété de sécrétion est l'irritabilité spéciale à l'élément glandulaire. Ainsi, ces propriétés sur lesquelles on fondait la distinction des plantes et des animaux ne touchent pas à leur vie même mais seulement aux mécanismes par lesquels cette vie s'exerce. Au fond tous ces mécanismes sont soumis à une condition générale et commune, l'irritabilité." Wie aber einerseits die Reizbarkeit der Nerven und Muskeln nur eine besondere Modification einer jedem Protoplasma zukommenden Eigenschaft ist, so zeigen andrerseits die neuern Forschungen der Pflanzenphysiologie, wie auch bei den Pflanzen diese Reizbarkeit oft in sehr eigenartiger Weise sich zu erkennen gibt. Sachs besonders hat in seinen neuern Arbeiten[2]) sowie in seinen Vorträgen mit Nachdruck darauf hingewiesen, dass die merkwürdigen Reactionen von Pflanzenteilen resp. Zellen gegenüber Licht, Schwerkraft, mechanischem Druck etc. als Reizbewegungen zu betrachten sind, und dass die Erscheinungen des positiven

1) Claude Bernard, Leçons sur les phénomènes de la vie communs aux animaux et aux végétaux S. 289.

2) Sachs, Ueber orthotrope und plagiotrope Pflanzenteile. Arbeit d. bot. Instituts Würzburg Bd. II Heft II S. 282; ferner: Ueber Stoff und Form von Pflanzenorganen; ebenda Heft III S. 487.

und negativen Helio- und Geotropismus zu der Annahme zwingen, dass auch das pflanzliche Protoplasma derart innerlich differenzirt ist, dass einzelne Teile mit specifischen Energien ausgerüstet sind, ähnlich wie die verschiedenen Sinnesnerven der Tiere. Durch die Zurückführung so vieler Lebenserscheinungen im Tier- und Pflanzenreich auf eine bestimmte Eigenschaft ein und desselben Körpers, des Protoplasmas, wird ja das Rätsel selbst, wie nun chemisch-physikalisch zu erklären ist, dass äußere Reize so selbstständige und specifisch verschiedene Erscheinungen hervorrufen, nicht kleiner. Aber es wird durch diese Anschauung ein wirkliches Verständniss für die schon oft so unbestimmt nur gefühlte Einheit in der organischen Welt angebahnt und der weitern Forschung eine Fülle neuer Gesichtspunkte, neuer klarer und bedeutsamer Fragen eröffnet.

Modifikation der Paraffineinbettung für mikroskopische Schnitte.

Von **O. Bütschli** (Heidelberg).

(Mit Unterstützung von F. Blochmann).

Eine Reihe von Uebelständen, welche die gewöhnlich geübte Art der Paraffineinbettung zarter Objekte zu mikroskopischen Schnitten darbietet, hauptsächlich die unangenehme Schrumpfung und die Sprödigkeit und Brüchigkeit, welche die Objekte bei längerm Verweilen in Terpentinöl oder einer erwärmten Lösung von Paraffin in Terpentinöl häufig zeigen, ließ mich schon seit längerer Zeit nach einem Ersatz für das Terpentinöl bei der Paraffineinbettung ausschauen. Hierbei ergab sich denn als ein sehr vortreffliches Ersatzmittel das Chloroform, welches seit einiger Zeit in meinem Laboratorium mit sehr günstigem Erfolg zu diesem Zweck bei der Einbettung sehr zarter Objekte in nachfolgend zu schildernder Weise verwendet wird.

Die in der gewöhnlichen Weise mit absolutem Alkohol vollständig entwässerten Objekte werden zunächst auf einige Zeit in reines Chloroform eingelegt, bis sie vollständig von diesem durchdrungen sind, was gewöhnlich sehr rasch geschieht. Hierauf bringt man sie auf einige Zeit in eine Lösung von Paraffin in Chloroform, die so beschaffen ist, dass sie bei einer Temperatur von 30—49° C. flüssig ist, bei mittlerer Temperatur dagegen fest. Es genügt also, diese Lösung in lauwarmes Wasser zu stellen, um sie, während das Objekt in ihr verweilt, flüssig zu erhalten. Wir verwenden jetzt eine bei 35° C. gesättigte Lösung von Paraffin in Chloroform zu diesem Zwecke. In dieser Lösung verweilt das Objekt wieder so lange, bis eine vollständige Durchdringung mit der Lösung stattgefunden hat, wozu meist kurze Zeit, etwa $^1/_2$—1 Stunde genügt. Man nimmt hierauf das Objekt samt einem kleinen Teil der Lösung in ein Uhrglas und verdampft bei sehr mäßiger Tempera-

tur (c. 40—50° C.) das Chloroform vollständig, was zuweilen etwas lange dauert, da das Chloroform in Mischung mit Paraffin sehr langsam entweicht. Man kann daher auch, namentlich bei größern Objekten direkt aus der Chloroform-Paraffinlösung in geschmolzenes Paraffin eintragen, wie man dies ja bei der Anwendung des Terpentinöl-Paraffingemisches gewöhnlich tut. Für zarte Objekte, deren Durchdringung mit Paraffin möglichst vollständig und gleichmäßig geschehen muss, empfiehlt sich jedoch jedenfalls das erste Verfahren mehr. Vollständige Entfernung des Chloroforms ist jedoch durchaus nötig, da auch nur ein geringer Rest desselben das Paraffin sehr weich und leicht flüssig macht. Um die Objekte schließlich zum Schneiden selbst zuzurichten, kann man sie entweder sammt dem sie enthaltenden, geschmolzenen Paraffin auf ein Paraffinstückchen aufgießen, oder, nachdem man sie in eine größere Menge geschmolzenen Paraffins gebracht hat, in der bekannten Weise in ein Papierkästchen eingießen.

Die auf solchen Wegen erzielten Einbettungen sind die untadelhaftesten und gleichmäßigsten, die ich bis jetzt erzielte. Objekt und einhüllendes Paraffin bilden eine durchaus einheitliche Masse, die sich ungemein gleichmäßig schneidet. Das durch Verdampfen des Chloroforms restirende Paraffin besitzt ein sehr gleichmäßiges Gefüge ohne Neigung zu krystallinischer Struktur, was die Anfertigung feiner Schnitte sehr begünstigt. Eine durchaus gleichmäßige Erfüllung auch der feinsten Hohlräume des Objekts ist bei einigermaßen sorgfältiger Manipulation leicht zu erzielen und eine störende Schrumpfung oder ein Brüchigwerden des Objekts nicht zu befürchten.

Obgleich erst seit kurzer Zeit in Anwendung, hat sich die Methode bei uns schon recht bewährt, und zum Beleg für ihre Verwendbarkeit will ich hier einige der Fälle aufführen, wo sie treffliche Resultate ergab. Zum Teil habe ich, zum Teil hat dagegen mein Assistent Dr. Blochmann, welcher mich bei dem Ausprobieren dieser Methode sehr wesentlich unterstützte, diese Einbettungen vorgenommen. Mit großem Erfolg haben wir also in dieser Weise eingebettet und geschnitten: *Amphioxus, Cerianthus,* Bandwürmer, entkalkte Ambulakren von Seeigeln, Ambulakren von Holothurien, Gallerte von Ctenophoren, Hydroidpolypen etc. Bei größern Objekten wie Querschnitten von *Amphioxus* und *Cerianthus* ließ sich bei genügender Vorsicht eine Schnittdicke bis zu $^1/_{100}$ Millimeter ohne Schwierigkeit erreichen, bei kleinern Objekten wie z. B. den Tentakeln von *Cerianthus* oder ganzen Hydroidpolypen lässt sich die Schnittdicke bei Anwendung des Thoma'schen Mikrotoms (samt Mikrometerschraube) bis zu $^1/_{250}$ Millimeter, ja sogar $^1/_{500}$ Millimeter unter Umständen herabsetzen, wenn man das Messer ziemlich quer zum Objekt stellt.

Ed. Perrier, Les colonies animales et la formation des organismes. Paris. V. Masson 1881. gr. 8. 800 p.

Das mit schönen Bildern ausgestattete Buch des französischen Zoologen ist in einer klaren und geordneten Form geschrieben, welche es dem gesammten, auch nicht speciell gebildeten Publikum zugänglich macht; dadurch wird aber der Umfang des Werkes sehr bedeutend, und für den Fachmann nutzlos, erweitert. Verf. sucht eine Theorie aufzustellen, welche es erkläre, auf welchem Wege die niedern tierischen Organismen sich zum Aufbau höherer lebender Wesen vervollkommneten. Dieser Weg ist der der Verbindung mehrerer Individuen, welche von einem Erzeuger durch Sprossbildung entstanden zu einem Tierstock vereinigt bleiben; durch Arbeitsteilung und Polymorphismus wird der Tierstock zu einem Individuum höherer Ordnung d. i. zu einem höhern Tiere. Das Princip ist nicht neu; neu ist aber die Art, in welcher dasselbe durch das ganze Tierreich zur Anwendung kommt.

P. nimmt an, dass es verschiedene Sorten lebenden Protoplasmas gibt, deren jede durch innere Eigenschaften zu besondern Formen und Strukturen verknüpft ist. Das Protoplasma bildet aber nicht unbegrenzte Massen. Ueber eine bestimmte Größe kann ein Protoplasmaklumpen nicht wachsen; er muss sich dann teilen. Derart entstehen die Plastiden; es gibt Tiere, welche als einfache Plastiden leben; die Flagellaten, Moneren, Rhizopoden. Solche Plastiden können aber zu Stöcken verbunden bleiben, z. B. die Volvociden, Katallakten etc. Bei derartigen Colonien macht sich nun der Einfluss der Arbeitsteilung geltend; es entstehen zweischichtige Organismen mit Ekto- und Endoderm. Die einfachste Olynthus-Form der Schwämme ist eine Flagellaten-Colonie, deren äußere Zellenschicht der Geißeln entbehrt und aus amoebenartigen Plastiden besteht; die olynthusartigen Schwamm-Individuen sprossen und bilden Stöcke, bei welchen sich aber die Arbeitsteilung, resp. der Polymorphismus nicht weiter geltend macht.

Anders verhalten sich andere Plastidenstöcke: die Hydroiden. Eine Hydra ist ebenso wie ein Olynthus ein zweischichtiger Plastidenstock; deren zwei Schichten sind aber viel weniger different; es erweist sich dies aus dem wenig verschiedenen Bau der dieselben zusammensetzenden Plastiden, sowie aus der Möglichkeit, dass Ekto- und Entoderm sich in ihrer Funktion gegenseitig ersetzen, wie aus Trembley's Umkehrungsversuch bei Hydra erhellt. Durch die protoplasmatischen Nematophoren, welche bei Plumulariastöcken neben den Hydroiden-Individuen bestehen, und bei jungen Plumularien sogar (nach Allman) allein den ganzen Stock bilden, sucht P. die Hydroiden direkt mit den Rhizopoden sowie mit den noch rätselhaften fossilen Graptolithen zu verbinden. P. verwirft also die Gastraeatheorie sowie den monophyletischen Ursprung der sog. Metazoen. Bei Hydroidencolonien macht sich nun der Polymorphismus in mannigfachster Weise geltend.

Bei einzelnen Hydren entwickeln sich einzelne Organe mächtiger, während andere Teile außer Gebrauch kommen und allmählichem Schwund anheim fallen. Der Stock bekommt dadurch das Aussehen und die Lebensweise eines Individuums höherer Ordnung. Sehr prägnante Beispiele ergeben sich aus der Vergleichung der Siphonophorenstöcke; die einzelnen Polypen, bei Physophoriden von einander noch ziemlich unabhängig, verbinden sich nach und nach bei Porpita und Velella zu einem einheitlichen Ganzen. Die Medusen sind nach P. nicht einer einzelnen Hydra vergleichbar: jeder Radiärkanal entspricht vielmehr einem Polypen, welcher die ernährende Funktion aufgegeben hat, um als Geschlechtstier zu bestehen. Eine jede Meduse ist also aus einem ernährenden Individuum (Gastrozoid) und aus 4 bzw. 6 Geschlechtsindividuen (Gonozoiden) zusammengesetzt. Es sind also, wenn man die Hydra mit dem Blatt einer Pflanze vergleicht, wirkliche tierische Blumen.

Eine andere Reihe von Veränderungen führt zur Bildung der Korallentiere. Bei Hydractinia sowie bei Siphonophoren existiren außer Gastrozoiden und Gonozoiden noch andere mundlose, fingerartige Polypen, die Dactylozoiden. Nun haben die schönen Arbeiten Moseley's über die Hydrocorallenfamilien der Milleporiden und Stylasteriden eine Anzahl Formen kennen gelehrt, durch welche die Hydroiden auf unerwartete Weise mit den Anthozoen sich verbinden lassen. Die Dactylozoiden treten nach und nach in ganz bestimmte Lagerungsbeziehungen zu den Gastrozoiden und bei Stylaster und Allopora bildet jedes Gastrozoid, von einem Kranze von Dactylozoiden umgeben, ein zusammenhängendes System, welches mit einem Korallentierchen, nicht nur äußerlich sondern auch in seiner innern Struktur verglichen werden kann. In der Entwicklung der Kalksegmente der Madreporiden findet P. Anhaltspunkte für eine Abstammung von den Hydrokorallen.

Auch bei den Bryozoen hat der Polymorphismus der Stöcke zur Bildung höherer Individuen geführt. Jedes Fach eines Moostierchenstrauches besteht bekanntlich aus zwei morphologischen Individuen: 1) das Oekoid, welches als lebende Haut die Innenfläche des Gehäutes überzieht und im sog. Funiculus eine Spross- und Keimbildungstätte besitzt, also das Geschlechtstier; 2) das Polypid mit Darm und Tentakeln ausgestattet, das Nährtier. Das Oekoid besitzt die Fähigkeit, das abgestorbene oder zerstörte Polypid neu zu erzeugen. Als modificirte Oekoiden sind die Avicularien, Vibracularien, Stengelglieder etc. zu betrachten. Die gesamte Kolonie concentrirt sich aber niemals zu einem höhern Individuum. Nur bei Cristatella ist in der Ortveränderungsfähigkeit des Stockes eine schwache Andeutung einer solchen Ausbildung zu erkennen.

Bei Tunicaten ist der Vorgang der Stockbildung ein complicirterer und höchst mannigfacher. Bei den festsitzenden Ascidien finden sich gesellige Formen, deren Individuen fast ganz unabhängig bleiben; bei

den Botryllen verbinden sich im Stocke mehrere Individuen durch eine gemeinschaftliche Kloake zu einer sternförmigen Gruppe. Bei den schwimmenden Salpenketten und besonders bei den Pyrosomen erhält die Kolonie durch freie Beweglichkeit eine höhere Organisation. Aber die Vorgänge der Sprossung selbst verdienen eine besondere Berücksichtigung. Nicht immer entwickelt sich aus dem Ei ein definitiv lebensfähiges Tier. Bei Botryllus entwickelt sich zwar die kaulquappenähnliche Larve zu einer Ascidie; diese aber verschwindet bald nach der ersten Sprossung; deren Abkömmlinge der ersten und zweiten Generation sind ebenso hinfällig und erst die dritte Generation bildet sich zu bleibenden Gliedern der Kolonie aus. Bei andern Ascidien fangen die Sprossung und der Schwund des ersten Individuums selbst im Ei an. Bei Pyrosoma schwindet das erste Individuum (Cyathozoid) schon vor dem Ausschlüpfen, nachdem es vier Sprösslinge gebildet hat. Mit der zunehmenden Einheit des Stockes wird die Entwicklung immermehr abgekürzt und die Sprossbildung (ungeschlechtliche Zeugung) findet immer frühzeitiger statt. — In dem Entwicklungsvorgang der Pyrosomen und der Salpen findet P. grosse Uebereinstimmung. — Die Salpenkette verhält sich zu der solitären Salpe wie der Pyrosomastock zum Cyathozoid. Bei der Entwicklung der Salpenkette verteilt sich der Ovarialstrang der solitären Salpe ihren Abkömmlingen, sodass einer jeden Kettensalpe ein einziges Ei zukommt; dieses Ei gehört also der solitären Salpe, welche als Weibchen fungirt; die Kettensalpen sind keine Hermaphroditen, sondern Männchen, welchen die Bebrütung und Ernährung der Jungen anvertraut ist. — Ebenso erhält bei der Sprossung der Pyrosomen jedes neue Tier einen Teil des Ovariums der ersten vier Abkömmlinge des Cyathozoids; P. vermutet, dass der Eierstock ursprünglich dem Cyathozoid gehörte, dieser aber in seiner Entwicklung als selbstständiges Tier immermehr zurückblieb und jetzt nicht mehr selbst zur Ausbildung seines Eierstocks gelangt. Sonderbarer Weise scheint P. die Arbeiten Todaro's über Entwicklung der Salpen vollkommen zu ignoriren. (Ref.)

Die bis jetzt behandelten Tierkolonien sind fast sämmtlich festsitzende oder solche, welche sich nur nachträglich vom Boden gelöst haben mögen. Bei ihnen herrscht der baum- oder stralenförmige Zusammenhang der Individuen. Wir kommen nun zu einer während des freien Lebens ausgebildeten Kolonienform: zu den reihenförmigen Stöcken, welche als höhere Individuen zur vollkommensten Einheit gelangen können.

Auch in dieser Form beruht die Stockbildung auf ungeschlechtlicher Vermehrung der Individuen, welche aber, statt frei zu werden, als Metameren eines in die Länge gezogenen Organismus zusammenhängend bleiben. Verschiedene niedere Turbellarien bieten uns Beispiele kettenweiser ungeschlechtlicher Vermehrung; als bleibende Stöcke solcher Tiere erscheinen die Cestoden, deren jedes Glied einem freien

Trematoden gleichwertig ist: ursprünglich sollten die Proglottiden als selbständige Organismen gelebt haben und nur nach und nach zu Eierstöcken vereinigt geblieben sein. Um aber einen Bandwurm auf eine gewöhnliche Microstomeenkette zurückführen zu können, sollten die neuen Glieder am hintern Ende der Reihe entstehen. Deshalb betrachtet P. den Scolex wie Mégnin nur in physiologischem Sinn als Kopf; morphologisch ist es aber ein Schwanzsegment: der eigentliche Kopf, d. h. die mit den Embryonalhaken verbundene Cysticercusblase ist geschwunden, nachdem sie den Scolex erzeugt.

Bei höhern Würmern findet P. den Beweis der ursprünglichen Selbstständigkeit der Metameren in der spontanen Querteilung einiger Oligochaeten sowie der Autolytus und Syllis unter den marinen Borstenwürmern. Selbst diese Form ungeschlechtlicher Fortpflanzung kann unterbleiben und in einer Metamorphose deutliche Spuren ihres frühern Stattfindens hinterlassen. In diesem Sinn erklärt P. die von Malmgren und Claparède nachgewiesene Umwandlung der Nereiden in Heteronereiden. Der hintere langbeborstete Teil der Heteronereis entspricht einem Geschlechtstier von Syllis, welches sich aber von der Amme nicht gelöst hätte. Die Metamerenbildungen in der Ontogenie der Ringelwürmer wird dann auf eine vermutlich ursprüngliche ungeschlechtliche Fortpflanzung Trochosphaera-ähnlicher Vorfahren zurückgeführt. Das erstgebildete Segment, d. i. der Leib der Trochosphaera wird zum Kopf. Nach und nach bildet sich durch Arbeitsteilung und Anpassung der Polymorphismus der Metameren, welche sogar in verschiedenartig gebaute Körperregionen abgegrenzt werden können. Durch einen ähnlichen Vorgang sollen sich die Arthropoden aus der ungeschlechtlichen Vermehrung eines unsegmentirten Nauplius-artigen Vorfahren entwickelt haben.

Nicht segmentirte Tiere, welche den Urahnen der höhern Würmer als gleichwertig betrachtet werden können, bieten uns noch die Turbellarien und Trematoden, sowie die Rädertiere und die einzelstehenden Gattungen Sagitta, Chaetonotus, Echinoderes etc. Selbst die Dicyemiden, Orthonectiden und ciliaten Infusorien werden hier angereiht, da letztere nach P. nicht als einzellige Wesen gelten dürfen.

Der Organismus der Echinodermen wird in ganz eigentümlicher Weise aufgefasst. Die ursprünglichen echinodermen Formen sollen festsitzend gewesen sein. Vermutlich waren die fossilen Cystiden dieser Urform sehr nahe; eine ähnliche Form bietet die festsitzende Comatula-Larve, bevor die Arme hervorsprossen. In diesem Stadium ist das Echinoderm noch ein Individuum gleicher Ordnung wie eine Hydra oder eine Trochosphaere. Nun sprossen aber die Arme hervor als Geschlechtstiere, welche vermutlich früher ihren eigenen Mund und sämmtliche andern Organe besessen haben. Aus der Crinoidform lassen sich dann alle übrigen Echinodermen ableiten. Die Echinusbildung erklärt P. aus dem Zusammenbiegen der Arme eines Crinoiden neben dessen

vorgewölbter Mundscheibe. Es entspräche dann das äußere Skelet des Seeigels den Armen und dem Kelch des Crinoiden, und die Kalkstücke der Mundscheibe bildeten die Laterne des Aristoteles. (Eine solche Ansicht ist durchaus unhaltbar, da die ganze Oberfläche des Seeigels, mit Ausnahme des Apicalpoles, der Mundscheibe d. i. der Ambulacralfläche des Crinoiden entspricht, während sie nach P. aus der antiambulacralen Fläche der Crinoidenarme entstanden sein sollte. Ref.)

Die Mollusken werden als ursprünglich segmentirte Tiere betrachtet, aber nicht im Sinne Gegenbaur's. — Der Fuß aller Mollusken incl. die Arme der Cephalopoden gehört dem Kopfe und soll sich nur nach und nach zur ausgedehnten Kriechsole der Gastropoden umgebildet haben. Die Pedalganglien sind einfache untere Schlundganglien; eine Andeutung der segmentirten Ganglienkette findet P. in dem sog. visceralen Nervensystem, dessen fünf Ganglien in zwei paarige und ein unpaares verteilt, drei Metameren entsprechen sollen. In vielen Einzelheiten werden die Mollusken mit röhrenbewohnenden Würmern verglichen; die geringe Zahl der vorhandenen Segmente sowie Vermischung jeder äußeren Spur der Metamerie bezieht P. auf den Einfluss des Gehäuses auf den Körperbau. Die Beziehungen der Mollusken zu Neomenia und Chaetoderma werden nicht besprochen.

Nachdem für die segmentirten Würmer der Ursprung der Metamerie auf die Vorgänge der agamen Fortpflanzung zurückgeführt wurde, gilt selbstverständlich dasselbe für die Vertebraten; die Segmente haben aber ihre Autonomie fast vollkommen eingebüßt; der ganze Organismus ist im höchsten Grade concentrirt und zusammenhängend. Selbst das Vermögen verlorene Teile neuzubilden, welches P. als den letzten Rest der ungeschlechtlichen Fortpflanzung betrachtet, ist bei höhern Wirbeltieren, wie schon bei manchen Arthropoden etc. verloren gegangen. P. nimmt mit Dohrn an, dass das dorsale Nervensystem der ventralen Ganglienkette der Ringelwürmer entspricht; dass der ursprüngliche neurale Mund sich geschlossen hat und ein neuer Mund an der hämalen Körperfläche entstanden ist. Den alten Mund lässt er durch Hypo- und Epiphyse das Gehirn durchbohren. Amphioxus und Tunicaten werden als degenerirte Wirbeltiere angesehen.

Die letzten Abteilungen des Buches sind allgemeinen Betrachtungen gewidmet. — Ueberblicken wir das bis jetzt Aufgeführte. Einzelne Plastiden, welche sonst fähig wären frei zu leben, bleiben verbunden: dieselben teilen unter sich die physiologische Arbeit. Sie vereinigen sich zu einem höhern Individuum; ein solches nennt P. ein Merid. — Das Merid ist befähigt sich durch Teilung zu vermehren; jeder Teil soll aber aus mehrern verschiedenartigen Plastiden zusammengesetzt sein — und jedes beliebige Plastid ist nicht mehr fähig einen neuen Organismus zu erzeugen; dadurch wird die Bildung von Keimzellen (Eier und Sperma) eingeleitet und es entsteht eine geschlechtliche Fortpflanzung. — Als Meriden sind die Grundformen, Olynthus,

Hydra, Trochosphaera etc. zu betrachten. Ebenso verbinden sich Meriden unter sich zu unregelmäßigen resp. sternförmigen (festsitzenden) oder zu reihenförmigen (freien) Stöcken, welche durch Arbeitsteilung und Polymorphismus wiederum zu höhern Individuen (Zoiden) werden. Solche Zoiden sind z. B. die Medusen, Korallentierchen, Echinodermen, Ringelwürmer, Vertebraten. Aus Zoiden werden endlich complicirtere Stöcke (Demen) der Korallen und zusammengesetzten Ascidien gebildet. Die höhern Tiere haben den Wert von Zoiden oder sogar von Demen.

In der Entwicklungsgeschichte jedes höhern Tieres sind zwei Perioden zu unterscheiden. Zuerst wird aus dem Ei das erste Merid gebildet; dieses erzeugt dann durch Teilung oder Sprossbildung die übrigen Meriden. Der Generationswechsel ist also gemeinsames Eigentum aller höhern Tiere; nur ist der Vorgang desto mehr abgekürzt, je vollkommener der betreffende Eierstock zu einem einheitlichen Individuum geworden ist, d. i. je mehr durch Anpassung an das gemeinschaftliche Leben die ursprünglich unabhängigen Meriden sich zu Abteilungen eines Organismus untrennbar verbunden haben. Die ungeschlechtliche Bildung der Meriden beginnt dann im Ei und kann sich in demselben vollziehen. Oder sie erscheint nur noch als Metamorphose und diese wird dann durch noch weiter abgekürzte Entwicklung sogar vollkommen verwischt.

Die einzelnen Formen der Meriden, welche den verschiedenen Tieren zu Grunde liegen, sollen nach P. nicht von einer Urform (etwa einer Gastraea) abstammen. Dieselben haben sich vielmehr direkt aus der Verbindung freier Plastiden gebildet. P. unterscheidet sechs solcher ursprünglicher Meridenvorfahren der jetzigen Tiere und erklärt dadurch das gleichzeitige Erscheinen verschiedener Tiergruppen in den tiefsten palaeozoischen Schichten: 1) Protascus, Grundform der Schwämme; 2) Prohydra, Grundform der Coelenteraten; 3) Procystis, Urechinoderm; 4) Proscolex, erstes Plathelminth; 5) Pronauplius, Grundform der Arthropoden; 6) Protrocha, Urform der Trochosphaera: von dieser letztern stammen die von P. unter dem Namen von Nephrostomaten vereinigten Abteilungen der Rädertiere, Ringelwürmer, Mollusken, Brachiopoden, Vertebraten u. Tunicaten.

Zum Schlusse sucht P. das Gesetz der Vererbung zu erklären. Er verwirft sowol die Pangenesis Darwin's, wie die Haeckel'sche Perigenesis der Plastidule. In besonderen, durch die Tätigkeit des zeugenden Organismus eingeleiteten Bewegungen des Aethers vermutet Verf. die Kraft, welche das Eiplasma zur Ausbildung einer bestimmten Form anregen soll. Diese mit dem Individuum sich weiter entwickelnde ätherische Seele möchte er als einen unsterblichen Anteil der lebenden Organismen betrachten.

C. Emery (Bologna).

H. Brady, Ueber einige arktische Tiefsee-Foraminiferen, gesammelt während der österreichisch-ungarischen Nordpol-Expedition in den J. 1872—74.

Denkschrift. d. Wien. Ak. Bd. XLIII. 1881.

In 16 Proben des Meeresgrundes aus 100—400 m. Tiefe zwischen dem 74° und 80° N. B. westlich von Nowaja-Semlja bis an die Südküste von Franz Josefs-Land fand Brady 71 Arten Foraminiferen. Mit der Foraminiferenfauna des westlichen amerikanischen Polarmeergebiets hat das östliche Gebiet folgende häufig auftretende Arten gemein: *Globigerina bulloides, Pulvinulina Karsteni, Truncatulina lobatula, Cassidulina laevigata, C. crassa* und *Polystomella striatopunctata* Drei sandige Arten: *Reophax difflugiformis, R. scorpiurus* und *Haplophragmium nanum*, welche im östlichen Gebiete gleichfalls allgemein vorkommen, sind in den correspondirenden westlichen Breiten der amerikanischen Seite des arktischen Oceans selten oder fehlen gänzlich. Die Gattung *Lagena*, welche durch 13 Arten vertreten ist, wurde bei Nowaja Semlja viel häufiger gefunden als weiter nach Norden. An den Küsten des Franz Josefs-Landes ist *Saccamina sphaerica* die am meisten in die Augen fallende Foraminifere. Manche sandige Foraminiferen erreichen in den höchsten untersuchten Breiten das Maximum ihrer Größe z. B. *Saccamina sphaerica* und *Rhabdammina abyssorum*. Einige weitverbreitete Foraminiferen dagegen verkümmern in hohen Breiten, z. B. *Globigerina bulloides*, welche hier nur 0,3 mm. Durchmesser hat, während sie im nordatlantischen Ocean mehr als doppelt so groß wird.

Brady begleitet die Namen aller gefundenen Arten mit Bemerkungen über ihre Literatur, Verbreitung u. A. Seine mit einer Karte der Sondirungsstationen und einer Tafel Abbildungen neuer Arten versehene Abhandlung ist der erste wichtige Beitrag zur Foraminiferenfauna des altweltlichen Polarmeers.

K. Möbius (Kiel).

Harnstoff und Sympathicus.

Von Prof. **Cajo Peyrani** (Parma).

Im Jahre 1870 habe ich eine Reihe von Versuchen angestellt, um die Bedeutung des Sympathicus für die Secretion des Urins und die Excretion des Harnstoffs zu bestimmen und die Resultate meiner Versuche in La Sardegna medica di Firenze vom 15. Juli 1870 veröffentlicht. Ich fand folgendes:

1) Mit der Verstärkung des durch den undurchschnittenen Sympathicus gehenden elektrischen Stromes steigt die Menge des Urins

und des Harnstoffs. 2) Die Menge des Urins und des Harnstoffs ist größer bei einem inducirten als bei einem constanten Strome von derselben Intensität. 3) Durchschneidet man den Sympathicus, ohne ihn zu reizen, so sinkt die Menge des Urins und des Harnstoffs auf ihr Minimum; gleichzeitig wird das arterielle Blut der Nieren schwarz. 4) Reizt man das periphere Ende des Sympathicus, so steigt die Menge des Urins und des Harnstoffs im direkten Verhältniß mit der Intensität des Inductionsstroms; die Gesamtmenge ist jedoch, ceteris paribus, immer geringer als die, welche man durch Reizung des unversehrten Sympathicus erhält [1]).

Nach der elektrischen Reizung des Sympathicus verengern sich die Gefäße der Nieren infolge der vasoconstrictorischen Wirkung der gleichnamigen Fasern des Nerven, welche durch die der Vasodilatatoren nicht mehr im Gleichgewicht gehalten werden.

Es vermindert sich deshalb das Lumen der Nierengefäße und die Menge von Blut, welche in der Zeiteinheit sie durchströmt. Aber während ihrer Verengerung fließt in derselben Zeiteinheit durch die Gefäße eine größere Menge Blut, weil dieses eine größere Geschwindigkeit erlangt. Denn, indem das Blut in dem Kapillarnetz auf ein Hinderniss stößt, wird es durch eine kräftigere Systole des Herzens und der Arterien in dasselbe hineingetrieben. Diese Verstärkung der systolischen Kraft bedingt die Vermehrung der Blutmenge, welche in einer gegebenen Zeit durch die dem Einfluss der vasoconstrictorischen Nerven ausgesetzten Gefäße getrieben wird.

Ich habe nun in den letzten Jahren eine wichtige Lücke auszufüllen versucht. Ich wollte wissen, ob die geringere Menge des durch die Nieren ausgeschiedenen Harnstoffs bei durchschnittenem, aber ungereiztem Sympathicus im Blutplasma aufgespeichert blieb oder nicht. Zu diesem Zwecke habe ich an 8 Hunden, 11 Kaninchen und 3 Meerschweinchen Versuche angestellt. Die Versuchstiere wurden sechs bis acht Stunden nach der Durchschneidung des Sympathicus getötet. Sieben bis acht Tage vor der Durchschneidung des Sympathicus in der Halsregion entzog ich ihnen aus der Schenkelvene 10 ccm. Blut und bestimmte die Menge des in ihm enthaltenen Harnstoffs nach der von Ivon modificirten Methode von Leconte oder nach der Methode von Heintz. Während der sieben bis acht Tage wurden die Hunde reichlich ernährt und ihnen dann der in das dritte oder vierte Halsganglion eintretende Strang des Sympathicus durchschnitten.

Die volumetrische Analyse des im Blutplasma enthaltenen Harnstoffs ergab folgendes Resultat:

---

1) Zur Bestimmung des Harnstoffs benutzte ich damals die Liebig'sche Methode; ich habe sie aber später aufgegeben, weil sie zu vielfachen Irrtümern Anlass gibt; namentlich fällt das Quecksilbernitrat nicht nur den Harnstoff, sondern auch Kreatin, Kreatinin und andere Extractivstoffe.

	Mittlere Menge des Harnstoffs 7—8 Tage vor der Durchschneidung:	auf 1000 g. Blut 6—8 Stunden nach der Durchschneidung:
Bei 8 Hunden	0.152 g.	0,164 g.
Bei 11 Kaninchen	0,098 „	0,106 „
Bei 3 Meerschweinchen	0,109 „	0,115 „

Die Analyse zeigt, dass ein Teil des Harnstoffs nach der einfachen Durchschneidung des Sympathicus im Blutplasma bleibt und infolge der vasomotorischen Lähmung, welche auf die Durchschneidung des Nerven folgt, vielleicht nur sehr langsam durch den Urin und die Haut aus ihm entfernt wird. Die Erweiterung der Kapillaren bedingt eine Verlangsamung des Blutstroms und folglich werden alle Reductions- und Oxydationsprozesse der stickstoff- und eiweißhaltigen Substanzen langsam von statten gehen. Die Excretion dieser, die letzte Oxydationsstufe bildenden Substanzen, geschieht deshalb langsamer. Es ist übrigens allgemein bekannt, dass der Harnstoff zum großen Teil von der außerordentlich heftigen Oxydation der Eiweiß- oder derjenigen stickstoffhaltigen Stoffe herrührt, welche in stickstofffreie (Glycose u. s. w.) und stickstoffreiche Substanzen zerfallen, die wiederum neuen Oxydationen unterliegen, ehe sie in Harnstoff umgewandelt werden.

Meine Versuche aus dem Jahre 1870, im Verein mit den eben mitgeteilten, scheinen mir eine pathologische Frage von einiger Bedeutung zu lösen, da sie uns die Anhäufung des Harnstoffs im Blute unabhängig von einer Nephrotomie zeigen. Sie lehren uns ferner den Mechanismus kennen, durch welchen diese Anhäufung stattfindet: er beruht auf der Gefäßerweiterung infolge der Lähmung der gefäßverengernden Fasern des Sympathicus. Aus diesen beiden Tatsachen lassen sich viele klinische Befunde erklären und die therapeutischen Mittel bestimmen, die bei diesen pathologischen Affectionen indicirt sind.

Ueber die neuern Apparate zum Studium der Farbenempfindungen.

Seit jener schönen Entdeckung Franz Boll's, dem Sehroth, gewinnt das Studium der Farbenwahrnehmungen mit gesicherterm Boden neue Anregung; an Stelle der hypothetischen Young-Helmholtz'schen Rot, Grün und Violett empfindenden Elemente treten greifbare Veränderungen, die unter der Einwirkung des Lichts in der Netzhaut entstehen und die Hoffnung wächst, tiefere Einsicht in das Wesen des Sehaktes zu gewinnen. Und so wie die reine Theorie nimmt auch in der Praxis das Interesse an ausgedehnterer Untersuchung der Farbenwahrnehmungen zu; die Farbenblindheit, wichtig für die wissenschaftliche Erkenntniss, wichtiger für das praktische

Hälfte der Objectivlinse ins Fernrohr, das Licht des zweiten Collimatorrohrs durch die andern Hälften vom Prisma und der Objectivlinse; dort, wo die Spektren entstehen, sitzt im Beobachtungsfernrohr ein Ocularspalt, der nur gewisse auf ihn fallende Farben austreten lässt. Befindet sich ein Auge hinter ihm, so sieht es die beiden Hälften der Objectivlinse erleuchtet und zwar in der Farbe, welche der Ocularspalt vom Spektrum des Lichts jeder Hälfte hindurchlässt.

Im Innern der beiden Collimatorröhren sitzen nun zwei doppelbrechende Rochon'sche Prismen mit den brechenden Kanten parallel zum Spalt; sie sind durch einen Trieb im Rohre verschiebbar. Sie erzeugen von jedem Spalt zwei Bilder, die um so weiter von einander abstehen, je weiter das doppelbrechende Prisma vom Spalt entfernt ist. So entstehn vor jedem Spalt zwei Spektren, von denen das eine mit wachsender Entfernung des doppelbrechenden Prismas vom Spalt von Roth nach Blau über das andere feststehende hingleitet. Im Spektrum des Lichts jeder Objectivhälfte decken sich im Allgemeinen zwei Farben, und diejenigen, welche auf den Ocularspalt fallen, bestimmen die aus ihnen zusammengesetzte Mischfarbe, in der die entsprechende Hälfte der Objectivlinse dem Auge hinterm Ocularspalt erscheint. So erscheint jede Hälfte in der ihr entsprechenden Mischfarbe. Der große Vorzug des Apparats besteht darin, dass die zu vergleichenden Farben große Flächen ausfüllen und es wächst bekanntlich die Sicherheit, mit der das Auge Farbenunterschiede erkennt, mit der Größe der verglichenen farbigen Felder. Vor jedem Spalt sitzt ein Nicol mit Teilkreis und eine Linse, die das Licht auf den Spalt concentrirt; durch Drehung des Nicols können die Mischfarben in jedem Verhältniß gemischt werden.

Dem Apparat ist auch ein Ocular beigegeben, durch das man das Spektrum in gewöhnlicher Weise beobachten kann; mit Hilfe der dann im Ocularspalt sichtbaren Frauenhofer'schen Linien kann man die Wellenlängen der Farben genau angeben, die durch denselben hindurch sichtbar sind. Mit Benutzung desselben lassen sich auch die Mischfarben vom Lichte jeder Hälfte der Objectivlinse, die beide auf den Ocularspalt fallen, jetzt, wo das Ocular alles von diesem Spalt ausgehende Licht auf einen Punkt vereinigt, wieder mischen, so dass sich vier einfache Spektralfarben mischen lassen.

Bringt man endlich die beiden doppelbrechenden Prismen in den beiden Collimatorröhren unmittelbar an die Spalten, so geben sie von diesen auch nur ein Bild und jedes Collimatorrohr liefert dann nur ein Spektrum. Verdeckt man nun von einem Spalt durch einen vor ihm befestigten Schieber, einer verschiebbaren geschwärzten Messingplatte, die obere Hälfte, und vom andern in ähnlicher Weise die untere, so sieht man im Beobachtungsfernrohr zwei übereinanderliegende Spektren, in denen der Uebergang von Roth nach Blau in entgegengesetzter Richtung statt hat. Dreht man das eine Collimatorrohr

durch eine mit ihm verbundene Mikrometerschraube, so verschiebt sich sein Spektrum unter dem anderen feststehenden und so kann man auch jede Farbe der einen mit jeder des andern vergleichen, oder irgend zwei einfache homogene Spektralfarben mit einander zur Vergleichung bringen.

In weiterer Verfolgung meiner frühern Bemühungen, einen Apparat zur qualitativen und quantitativen Untersuchung der Farbenwahrnehmungen zu konstruiren, habe ich einen Apparat angegeben (Pflüger's Archiv XXIV. 307), der die Untersuchung des Farbensinns in seinem ganzen Umfange gestattet. Der Apparat hat äußerlich die Form eines Spektralapparats. Sein Spalt ist in zwei Hälften geteilt, von denen die obere durch einen mit ihr fest verbundenen, drehbaren Hebelarm senkrecht zur Längsrichtung des Spalts verschoben werden kann; die Drehungen dieses Arms können an einem geteilten Grundbogen abgelesen werden. Stehen beide Spalthälften genau über einander, so sieht man im Beobachtungsfernrohr nur ein Spektrum, wird die obere Spalthälfte verschoben, so gleitet dem entsprechend die untere Hälfte des Spektrums im Fernrohr der obern entlang und jede Farbe im einen kann unter jede Farbe im andern gebracht und mit ihr verglichen werden; ein Ocularspalt im Fernrohr schneidet aus beiden Spektren einen engbegrenzten Streifen zur Beobachtung aus. Eine Teilung am Rande des Tisches erlaubt die Bestimmung der Wellenlänge der sichtbaren Farbe des festen Spektrums, und die am Gradbogen ablesbare Drehung des Hebelarms, der die obere Spalthälfte verschiebt, zugleich die Wellenlänge des sichtbaren Teils des verschobenen Spektrums.

Um nun die Helligkeit der beiden verglichenen Farben beliebig ändern zu können, was für die Untersuchung von Farbenblinden, die bisweilen bei verschiedenen Farben nur Helligkeitsunterschiede sehen, so wichtig ist, ohne zugleich den Farbenton zu ändern, habe ich unmittelbar hinter der Linse des Collimatorrohrs ein doppelbrechendes Rochon'sches Prisma, mit seinen brechenden Kanten senkrecht zum Spalt angebracht und ein drehbares polarisirendes Prisma mit Teilkreis; ferner sind die beiden Spalthälften an den einander zugekehrten Seiten mit einem geschwärzten Messingstreifen bedeckt, so dass der Spalt als Ganzes in seinem mittlern Teile abgeblendet ist. Hierbei entwirft das doppelbrechende Prisma von jeder Spalthälfte zwei Spektren unter einander, die senkrecht zu einander polarisirt sind. Das nicht abgelenkte der einen Hälfte berührt das abgelenkte der andern, die beiden andern Spektren sind durch die Blendung im Ocular des Fernrohrs abgeblendet, und beide ändern ihr Helligkeitsverhältniss beliebig, je nach der Lage des polarisirenden Prismas zu den Hauptschnitten des doppelbrechenden.

Erlauben die bisher beschriebenen Teile die Vergleichung irgend einer Farbe mit irgend einer andern und zugleich die Beantwortung

der Frage, ob ein Auge zwischen ihnen Farbenunterschiede und Helligkeitsunterschiede, oder nur Helligkeitsunterschiede wahrnimmt, so will ich jetzt zur Beschreibung des Teils übergehn, der auch gestattet, Weiß mit irgend einer Spektralfarbe zu vergleichen. Diese Vergleichung ist bekanntlich bei der Untersuchung der Farbenblinden von Wichtigkeit, denn sie ergibt die dem Farbenblinden fehlende Farbe. Zu diesem Zweck trägt das seitliche kleine Rohr, welches sonst die an der einen Prismenfläche gespiegelte Mikrometerscala enthält, ein rechteckiges Diaphragma von veränderlicher Breite und Höhe und zwei Nicol'sche Prismen, von denen eins drehbar ist. Bei einfallendem weißen Licht kann ein Bild des Diaphragmas über dem Spektrum im Beobachtungsfernrohr entworfen werden; seine Helligkeit lässt sich durch das drehbare Nicol beliebig abschwächen. So lässt sich die Farbe aufsuchen, welche der Farbenblinde mit Weiß verwechselt.

Das Weiß lässt sich auch auf das Spektrum selbst werfen und man erhält dann die weißlichen Abstufungen der Spektralfarben.

Wenn man den geschwärzten Messingstreifen, welcher die Mitte des Gesammtspaltes verdeckt, entfernt, so greifen die im Allgemeinen gegeneinander verschobenen Spektren der beiden Spalthälften zum Teil in einander über und man erhält die Mischfarben aus je zwei Spektralfarben, und zwar mit Hülfe des drehbaren Nicols hinter dem Rochon'schen Prisma in jedem beliebigen Mengenverhältniss. Auch diese Mischfarbe lässt sich mit dem Weiß des seitlichen kleinen Rohrs vergleichen, und so lassen sich die Complementärfarben bestimmen.

Der Apparat lässt sich auch so einrichten, dass man die Mischfarbe aus je zwei Spektralfarben mit irgend einer andern Spektralfarbe vergleichen, oder auch diese dritte Spektralfarbe mit den beiden andern in jedem Verhältniss mischen kann. Zu diesem Zweck verengert man das rechteckige Diaphragma zu einem Spalt und setzt auf die Linse des kleinen seitlichen Rohrs eine Röhre mit einem kleinen Prismensatz mit gerader Durchsicht auf; man erhält dann im Fernrohr an Stelle der vorigen weißen Bilder des Diaphragmas ein Spektrum und kann dann entweder die im Ocularspalt sichtbare Farbe desselben mit der unter ihr befindlichen Mischfarbe aus je zwei Spektralfarben vergleichen, oder, wenn man das kleine seitliche Rohr durch eine an ihm wirkende Schraube so neigt, dass sein Spektrum auf die Mischfarben aus den beiden Spektren des Collimatorrohrs fällt, auch diese dritte Farbe mit den beiden andern mischen.

Donders hat das Problem, die Mischfarbe aus zwei homogenen Spektralfarben mit einer dritten Spektralfarbe zu vergleichen, in anderer Weise zu lösen gesucht. Er benutzt dazu (Klin. Monatsbl. für Augenheilkunde. Maiheft 1881) ein System von zwei nebeneinander befindlichen Spalten, die in verschiedener Entfernung von einander gebracht werden können und von denen der eine sich durch dieselbe Schraube um so viel verengt, als der andere sich erweitert; unter ihm

lässt sich ein einfacher Spalt hin und her bewegen. Die beiden Spalten nebeneinander geben dann zwei sich zum Teil deckende Spektren und die beiden sich an irgend einer Stelle deckenden Farben ändern sich mit dem Abstand der beiden Spalten von einander, der sich variiren lässt. Je enger die Spalten bei einander stehen, um so näher stehen sich die beiden sich deckenden Farben im Spektrum. Unter diesen beiden sich zum Teil deckenden Spektren sieht man im Fernrohr des Spektralapparats das Spektrum des einfachen Spalts; wird er verschoben, so verschiebt sich auch sein Spektrum unter den beiden vorigen hin und her. Der Ocularspalt sondert aus den vielen, durch die teilweise Uebereinanderlagerung der beiden ersten Spektren entstehenden Mischfarben eine aus, und unter ihr treten mit der Verschiebung des einfachen Spalts der Reihe nach die einfachen Farben des Spektrums auf und können mit ihr verglichen werden.

Ferner erwähnt Donders in derselben Abhandlung (Seite 5 des Sonderabdrucks) auch einer Vorrichtung, bei welcher der einfache Spalt, der sich in dem vorher beschriebenen Apparat unter den beiden durch dieselbe Schraube zu verengernden, bezüglich zu erweiternden Spalten befand, entweder zwischen diese beiden gebracht werden konnte, oder auf die eine oder die andere Seite von ihnen. So ließen sich drei beliebige einfache Spektralfarben mischen.

Die Intensität der einzelnen Farben eines Spektrums ist hierbei der Spaltbreite proportional angenommen. Dagegen ist nun daran zu erinnern, dass die Untersuchungen an Spektrophotometern ergeben haben, dass die Helligkeit an einer Stelle des Spektrums nicht der Spaltbreite proportional ist, sondern in complicirterer, von der Dispersion des Prismas des betreffenden Spektralapparats abhängenden Weise von ihr abhängt. Ferner hat sich bei diesen Untersuchungen herausgestellt, dass mit zunehmender Spaltweite sich mit abnehmender Reinheit des Spektrums auch der Farbenton in den einzelnen Stellen ändert. Wenn man daher nach dieser Methode die Intensität der Teilfarben einer Mischfarbe durch Spalterweiterung ändert, so ändert man auch zugleich in mehr oder weniger erheblicherm Maße ihren Farbenton; geringe Aenderungen des Farbentons der Teilfarben ändern aber oft, so bei Mischungen von Rot und Grün zu Weiß, den Farbenton der Mischfarbe erheblich. Es bleibt daher noch zu untersuchen, ob diese Methoden der Farbenmischung dieselben Resultate ergeben, wie diejenigen, welche beim Mischen die Reinheit des Spektrums ungeändert lassen und die Helligkeit der Teilfarben durch polarisirende Vorrichtungen ändern.

Die hier besprochenen Apparate werden sämmtlich von Franz Schmidt und Hänsch in Berlin angefertigt.

P. Glan (Berlin).

Dr. G. Horváth, Ueber einen eigentümlichen Fall von durch Insekten entstandener Hybridbildung.

Im Természettudományi Közlöny. XIII. Bd. S. 353—354. Budapest 1881.

Bei Budapest wurden im vorigen Jahre in der Nähe eines Bienenstocks folgende drei Bohnenarten gesät: braune Butterbohne, schwarze Wachsbohne und bunte Zuckerbohne; letztere rankend, die beiden erstern nicht. Alle drei keimten gut und brachten je 40—50 Stauden. Die Nähe des Bienenstocks ließ Hybridation mit Sicherheit erwarten; aber das Resultat war ein anderes. Die Samen einer jeden Staude behielten ihre ursprünglichen Charaktere, nur die braune Butterbohne zeigte eine Staude, deren Hülsen sich schon durch ihre Gestalt auffällig machten, und deren Samen ein eigentümliches Gemenge von Verschiedenheiten zeigten. Im Ganzen gab diese Staude 61 Samen, die sämmtlich von dem Gesäten verschieden waren, aber auch unter einander hinsichtlich der Form, Farbe und Größe so sehr abwichen, dass man sie in 10—12 Arten hätte trennen können. Bei genauerer Prüfung überzeugte man sich aber, dass sie nur das Gemenge der Charaktere der drei gesäten Bohnenarten an sich trugen. Dass hier die Bienen tätig eingegriffen hatten, ist unstreitbar; dass aber nur eine Staude das Resultat dieses Eingriffes zeigte, ist sicher auffallend.

M. Staub (Budapest).

W. Gruber, Anatomische Notizen.

Archiv f. pathol. Anat. 1881. Bd. 86. S. 15—25. Taf. I.

Die zweite bis vierte der 10 kleinen unter obigem Titel vereinigten Abhandlungen betreffen Varietäten der Muskeln. Zuerst wird ein einmal beobachteter, bisher wie es scheint noch nicht beschriebener *M. ulnaris externus brevis* geschildert, welcher einem in 0,6 % der Extremitäten vorkommenden überzähligen *M. peronaeus brevis secundus* homolog ist. Sein Antagonist ist der sehr seltene *M. flexor carpi ulnaris brevis*, der sich an das Os carpale IV ansetzt (s. des Ref. Handb. der Anatomie. Bd. III. 1881. S. 106). Gruber sagt, dass nach der citirten Angabe des Ref., — dem nebenbei ein durchaus unwahrer Vorwurf (vergl. Arch. f. Anat. und Physiol. 1869. S. 422, sowie Gruber, l. c. S. 3, 18 u. 28) gemacht wird — dieser Muskel sich an das Os metacarpale IV ansetzen solle. Gruber hat, wie man sieht, die Ossa carpale IV und metacarpale IV verwechselt. Den *M. piso-uncinatus* sah Gruber bei 220 Leichen in 2,5 % der Extremitäten und homologisirt denselben nicht mit einem der beiden Ligg. piso-uncinata, sondern mit einem Streifen der Fascia palmaris, den Gruber für eine zum Processus hamatus oss. carpal. IV reichende Fortsetzung der Sehne des M. flexor carpi ulnaris hält, die Arcus tendineus pisohamatus genannt wird. Dieser Arcus soll in etwa 90 % der Extremitäten vorkommen; es ist jedoch durchaus willkürlich (Ref.), ob man einen derartigen Streifen aus einer Fascie herauspräpariren will oder nicht. Von Henle (Nervenlehre, 1879. S. 544) ist derselbe bereits als „sehnige Brücke" beschrieben worden, was Gruber zu erwähnen unterlassen hat. Fehlen des *M. tensor fasciae latae* wurde einmal gesehen.

W. Krause (Göttingen).

Einsendungen für das „Biologische Centralblatt" bittet man an die **„Redaction, Erlangen, physiologisches Institut"** zu richten.

Verlag von Eduard Besold in Erlangen. — Druck von Junge & Sohn in Erlangen.